

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ДАЛЬНОСТИ В СИСТЕМАХ РАДИОСВЯЗИ ДИАПАЗОНА 2,4 ГГц

Самойлов В.Е.¹

¹ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)» Москва, Россия, ГСП-4, 127994 Москва ул. Образцова, д.9, стр.9, e-mail: samoilov.1992@list.ru

Эстафетная передача уже давно стала неотъемлемой частью сотовой связи, но возникает вопрос, что есть зона эстафетной передачи? Что такое размер этой зоны? Каков он? В статье рассматриваются вопросы определения размера зоны эстафетной передачи, в основу которого ложится зависимость дальности связи от отношения сигнал/шум на выходе приемника. Задавая пороговые значения характеристик, определяющих качество связи на границах гипотетической зоны эстафетной передачи, можно определить размер этой зоны. Использование зависимости слоговую разборчивость от отношения сигнал/шум позволит получить слоговую разборчивость, как функцию от дальности для значений, существенных при определении размеров зоны эстафетной передачи. Что позволит определить диапазоны размера зоны эстафетной передачи и ее времени, задавая моменты начала и окончания хэндовера, исходя из определения класса качества связи в эти моменты.

Ключевые слова: зона эстафетной передачи, слоговая разборчивость, класс качества.

TO DETERMINETHE RANGE IN RADIO COMMUNICATION SYSTEMS IN THE 2.4 GHz BAND

Samoylov V. E.¹

¹Moscow State University of railway engeneering (MIIT) Moscow, Russia, GSP-4, 127994 Moscow, Russia, Obrastsov St., 9, p.9, e-mail: samoilov.1992@list.ru

Relay transmission has long been an integral part of cellular communication, but the question is that there is a zone handoff? What is the size of this zone? What is it? The article considers the issues of determining the size of the zone handoff, the Foundation of which lies with the dependence of distance on the signal-to-noise ratio at the receiver output. By setting the threshold values of the characteristics determining the quality of communication on the hypothetical boundaries of the zone handoff, it is possible to determine the size of this zone. The use of syllable intelligibility based on the signal-to-noise ratio allows to obtain syllable intelligibility, as a function of range for values that are significant in determining the size of the zone handoff. What will determine the size ranges of the zone handoff and time, setting the start and end of handover, based on the definition of the class, the quality of communication in these moments.

Keywords: area of handover, syllable intelligibility, quality grade

Жизнь современного человека невозможно представить без сотового телефона. Когда-то это изобретение вошло в список 25 технологий, изменивших мир [9]. Спустя десятилетия после её создания, технология сотовой связи далеко ушла вперёд. Революционным изменением в сотовой связи стало создание технологии передачи обслуживания мобильной станции от одной базовой станции к другой, именуемой эстафетной передачей или хэндовером (от англ. handover – «из рук в руки»).

Эстафетная передача уже давно стала неотъемлемой частью сотовой связи, но возникает вопрос, что есть зона эстафетной передачи? Ответ прост, это область, в которой существует проблема эстафетной передачи. Тогда что такое размер этой зоны? Размер зоны эстафетной передачи – это длина пути, который мобильная станция преодолевает за

временной отрезок от момента возникновения проблемы хэндовера до момента его окончания.

Параметры, влияющие на размер зоны эстафетной передачи

Считается, что в общем случае хэндовер должен завершиться в течение одной секунды [2]. На мой взгляд, разумнее определять размер зоны эстафетной передачи, который при задании скорости передвижения мобильной станции позволяет определить и время между началом и завершением хэндовера.

При жестком хэндовере (TDMA) решение о выполнении эстафетной передачи принимает центр коммутации (MSC) на основании результатов измерений параметров сигнала. При мягком хэндовере (CDMA) решение о передаче обслуживания от одной базовой станции к другой принимает сама мобильная станция. И в том и в другом случае выполняется хэндовер на границе соты, когда уровень принимаемого мобильной станцией сигнала падает до минимально допустимого (порогового) значения.

Моменты возникновения проблемы хэндовера и его завершения определяются пороговыми значениями тех или иных показателей функционирования системы. Показатели можно разделить на две группы. К первой группе относятся показатели отношения сигнал/шум на входе приемника мобильной станции [7;8]:

- $OS_{\text{вх}}$ без учета шумов, за счет многолучевого распространения;
- $OS_{\text{вх,инт}}$ с учетом этих шумов.

Например, в [4] рассматривается вариант, когда $OS_{\text{вх}} = -100$ дБм.

Определение размера зоны эстафетной передачи проведено на примере модели радиолинии, позволяющей минимизировать влияние шумов многолучевого распространения, которая была представлена в работах [3;4]. При ее применении предпочтительно использовать показатель $OS_{\text{вх}}$ и его пороговые значения $OS_{\text{вх}}^{\text{нач}}$ при возникновении проблемы хэндовера и $OS_{\text{вх}}^{\text{ок}}$ при его окончании.

Определение размера зоны хэндовера с использованием отношения сигнал/шум и коэффициента нелинейных искажений на выходе приемника мобильной станции

В основу определения размера зоны эстафетной передачи ложится зависимость дальности связи от отношения сигнал/шум на выходе приемника ОСШ и коэффициента нелинейных искажений $K_{\text{пр}}$ представленных в таблице 1 [4].

Таблица 1

Зависимость дальности от отношения сигнал/шум на выходе приемника ОСШ и коэффициента нелинейных искажений $K_{\text{пр}}$

Значения К _{пр} , %	Значения ОСШ, дБ	Значения дальности, м
1	40	32,80
3,5	29,12	102,09
4,5	26,94	114,36
6	24,44	128,11
10	20	143,52
15	16,48	160,77
25	12,04	180,10
30	10,46	201,76
50	6	226,02
100	0	253,19

Используя данные таблицы 1, и задавая пороговые значения характеристик, определяющих качество связи на границах гипотетической зоны эстафетной передачи, можно определить ее размер.

Например, при $K_{пр}^{нач} = 25\%$ и $K_{пр}^{ок} = 40\%$ размер зоны эстафетной передачи составит 30 метров. Но пороговые значения могут быть определены и исходя из такого показателя качества, как слоговая разборчивость.

Определение размера зоны хэндовера с использованием отношения сигнал/шум и разборчивости на выходе приемника мобильной станции

В работах [2;5] получена зависимость слоговой разборчивости $S, \%$ от ОСШ, дБ для русскоязычного речевого сообщения. Аналитическая зависимость слоговой разборчивости от отношения сигнал/шум (ОСШ_{ЭКВ}) получена в работе [1] и представлена в виде аппроксимации в формуле 1:

$$S = 35 + 65(1 - e^{-0,050СШ}) \quad (1)$$

С использованием этой зависимости можно определить слоговую разборчивость, как функцию от дальности для значений, существенных при определении размеров зоны эстафетной передачи.

В 1994 году Московским государственным университетом и воинской частью 93901 разработан ГОСТ Р 50840-95, принятый и введенный в действие постановлением Госстандарта России от 21.11.95 №579. Этот стандарт регламентирует получение комплексной оценки качества передачи речи, основанной на методах измерения показателей

разборчивости и качества. Комплексная оценка включает в себя значения слоговой разборчивости, показателя заметности искажения качества речи в тракте (аппаратуре) связи по методу парных сравнений относительно контрольного тракта, показателя заметности искажения шести селективных признаков (картавость, гнусавость и др.), а также ряда других оценок. Стандарт распространяется на телефонную проводную и радиосвязи, в которых используется аналоговый речевой сигнал.

В стандарте под разборчивостью речи понимается относительное количество (в процентах) правильно принятых элементов (слог, слово, фраза) артикуляционных таблиц. Термином «качество речи» обозначается величина, характеризующая субъективную оценку звучания речи в испытуемом тракте по сравнению, во-первых, со звучанием в контрольном тракте (принятым за 5 баллов), и, во-вторых, по сравнению со звучанием речи в другом тракте (в процентах предпочтения). Узнаваемость голоса диктора определяется как величина, характеризующая степень сохранения субъективно воспринимаемых индивидуальных признаков голоса в испытуемом тракте.

Важным представляется то, что ГОСТ Р 50840-95 ставит в прямую зависимость норму слоговой разборчивости речи с классом качества (высший, I-й, II-й, III-й и IV-й).

С учетом изложенного, определяем зависимость от дальности связи слоговой разборчивости и класса качества связи для идеализированной радиоперелинии (таблица 2) [6].

Таблица 2

Зависимость от дальности связи слоговой разборчивости и класса качества связи для идеализированной радиоперелинии

Дальность, м	Значение ОСШ, дБ	Значение слоговой разборчивости S, %	Норма слоговой разборчивости S, %	Класс качества	Характеристика класса качества
125	25,3	81,7	>80	Высший	Понимание передаваемой речи без малейшего напряжения внимания
135	22,5	78,9	56 – 80	I	Понимание передаваемой речи без затруднений
214	8,0	56,0			
220	7,1	54,4	41 - 55	II	Понимание с напряжением внимания без переспросов и повторений

245	1,8	41,0			
250	0,7	37,2	25 – 40	III	Понимания передаваемой речи с некоторым напряжением внимания, редкими переспросами и повторениями
253	0	35			

На практике для определения слоговой разборчивости S , % при известных значениях уровня сигнала на входе приемной радиокарты U_c , дБн предложена формула (2):

$$S = \begin{cases} 91,2, & \text{при } U_c > -70 \text{ дБн и } U_c < 0 \text{ дБн;} \\ 100 - 2,87e^{\frac{30}{U_c+96,9}}, & \text{при } U_c > -88 \text{ дБн и } U_c < -70 \text{ дБн.} \end{cases} \quad (2)$$

Теперь можно определить диапазоны размера зоны эстафетной передачи и ее времени (таблица 3), задавая моменты начала и окончания хэндовера, исходя из определения класса качества связи (согласно ГОСТ Р 50840-95) в эти моменты.

Таблица 3

Диапазоны размера зоны эстафетной передачи и ее времени исходя из класса качества связи (согласно ГОСТ Р 50840-95) на границах зоны

Класс качества в начале хэндовера	Класс качества в конце хэндовера	Диапазон размера зоны эстафетной передачи, м	Диапазон времени эстафетной передачи, с при скорости 60 км/ч
Высший	I	10 - 89	0,6 - 5,3
	II	95 – 120	5,7 - 7,2
	III	125 – 128	7,5 - 7,7
I	II	85 – 110	5,1 - 6,6
	III	115 – 118	6,9 - 7,1

Зависимости времени эстафетной передачи от размера зоны и скорости передвижения мобильной станции при классах качества связи «высший» и «I-й» в моменты начала и окончания хэндовера представлен графиком на рисунке 1.

Классы: Высший - I

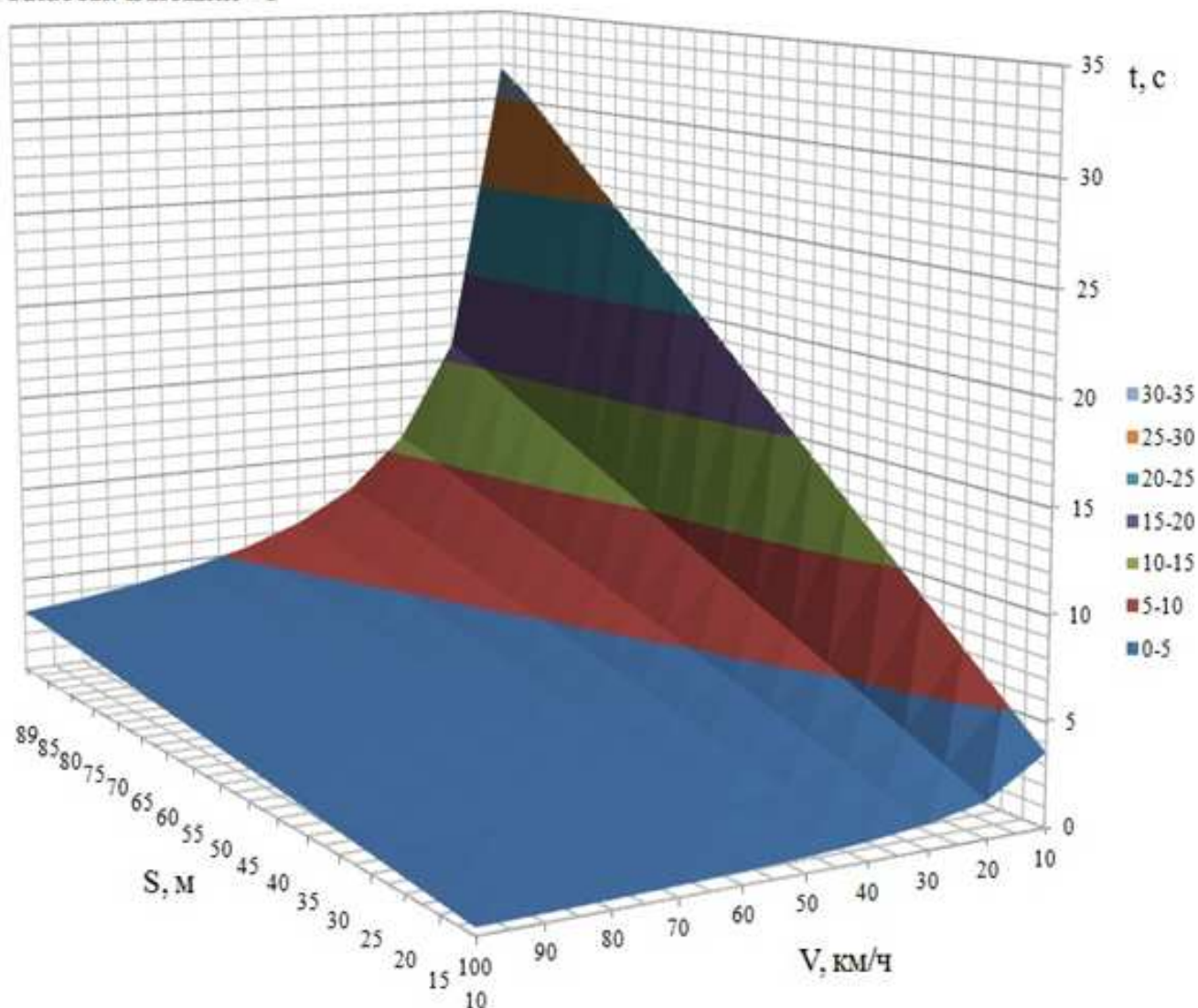


Рис.1. Зависимость времени эстафетной передачи от размера зоны и скорости передвижения МС при классах качества связи «высший» в момент начала хэндовера и «I-й» в момент его окончания

Заключение

В работе рассмотрена процедура определения размера зоны эстафетной передачи, позволяющей при заданной скорости передвижения мобильной станции определять время хэндовера. Предложен комплекс показателей для определения границ зоны эстафетной передачи (отношение сигнал/шум на входе и выходе, коэффициент нелинейных искажений на выходе приемника мобильной станции, слоговая разборчивость и класс качества связи по ГОСТ Р 50840-95). Получены конкретные результаты для физической модели радиолинии диапазона 2,4 ГГц.

Список литературы

1. Волкова Ю.А. История возникновения современное состояние и перспективы развития

сотовых сетей связи. Национальный технический университет Украины «КПИ» Радиотехнический факультет, 2010.

2. Горелов Г.В. Качество воспроизведения речи в стохастических цифровых системах передачи.//Автоматика и вычислительная техника.1993.-№5. – с.40-43.

3. Горелов Г.В., Маркачев С.А., Попов И.Л., Самойлов В.Е. Измерение параметров радиолинии диапазона 2,4 ГГц при исключении влияния многолучевого распространения // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1; URL: <http://www.science-education.ru/121-18358>.

4. Горелов Г.В., Маркачев С.А., Попов И.Л., Самойлов В.Е. К определению зоны эстафетной передачи в сетях сотовой связи технологии многостанционного доступа с кодовым разделением // Проектирование и технология электронных средств, ISSN 2071–9809, 2015. - №2. - с. 51-55.

5. Горелов Г. В., Ромашкова О.Н., Чан Туань Ань. Качество управления речевым трафиком в телекоммуникационных сетях/ Под редакцией Г.В.Горелова). – М.: Радио и связь, 2001. – 215с.

6. ГОСТ Р 50840-95 (БЗ 9–94/404). Передача речи по трактам связи. Методы оценки качества, разборчивости и узнаваемости. – Госстандарт России, 1995. – 229с.

7. Елькин М.С. Расчет дальности радиосвязи в здании // Системы безопасности. – 2010 – № 3, URL: <http://specautomatik.ru/index.php/article/295-radio-range-building>.

8. Средства связи с подвижными объектами: Основные характеристики систем связи с подвижными объектами. Эстафетная передача (хендовер)// <http://systemseti.com/ССРО/64.html>.

9. Nishith D., Tripathi Reed, Jeffrey H. Reed. Cellular Communications. A Comprehensive and Practical Guide. – 2014.

Рецензенты:

Зыков В.И., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Специальная электротехника, автоматизированные системы и связь» Академии ГПС МЧС России, г. Москва;

Ромашкова О.Н., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Прикладная информатика» ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет», г. Москва.